

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-312467

(43)公開日 平成6年(1994)11月8日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

B 2 9 D 11/00

// C 0 8 G 61/08

識別記号

庁内整理番号

2126-4F

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-94967

(22)出願日 平成5年(1993)3月31日

(71)出願人 000229117

日本ゼオン株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72)発明者 畠 好太郎

栃木県佐野市小中町234-1 株式会社オ  
ブテス内

(54)【発明の名称】 光学部材、及び光学部品

(57)【要約】

【構成】 熱可塑性ノルボルネン系樹脂（例えば、ノルボルネン系単量体の開環重合体水素添加物）から成る光学部品、光学部品用基板等の基材表面に真空蒸着等の方法によりTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を主成分とする層を形成して光学部材を得る。この光学部材上に反射防止膜、半透過膜、単色フィルター膜等の誘電体多層膜、または反射膜など金属膜を積層して、光学膜を有する光学部品を得る。

【効果】 本発明の光学部品は、基材と光学膜の膜密着性に優れ、温度変化のある環境下での使用においても光学膜にマイクロクラック等が生じ難く、また、光学膜が基材から剥離しにくい。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 熱可塑性ノルボルネン系樹脂から成る基材表面上に $Ta_2O_5$ を主成分とする層を有する光学部材。

【請求項2】 請求項1記載の光学部材に光学膜を積層して成る光学部品。

【請求項3】 光学膜が誘電体多層膜を形成して成る請求項2記載の光学部品。

【請求項4】 光学膜が金属膜を形成して成る請求項2記載の光学部品。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光学部材、及び光学部品に関し、さらに詳しくは、熱可塑性ノルボルネン系樹脂から成り光学膜を密着して積層できる光学部材、及び該光学部材に光学膜を積層した光学部品に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から各種の光学部品にはガラス製品が使用されてきたが、量産性、価格等の観点からアクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂等の熱可塑性樹脂光学材料製品に変わりつつある。これは、ガラス成形品に比べて熱可塑性樹脂光学材料成形品は軽量、且つ、非球面形状等の複雑な形状の成形品を容易に成形することが出来るからである。

【0003】これらの光学部品の表面には光学膜として誘電体多層膜を形成して用いることがあった。例えば、レンズのように光を透過させる光学部品の場合には、誘電体多層膜である反射防止膜を形成して使用される事が多い。これは、基材の屈折率と光の入射媒質である空気との屈折率の差に起因して、基材表面で入射光が一部反射し、さらに、基材からの出射界面で反射しやすいため、光の透過性を高められないためであり、反射防止膜を設けることにより、入射、出射界面での反射損失を低減させることができる。

【0004】しかし、熱可塑性光学材料樹脂成形品は、一般的に、誘電体多層膜を形成する際に基材に熱をかけると変形しやすいため、誘電体多層膜と基材が密着できなかったり、また、基材が積層する金属材料に比較して熱膨張率が大きいために温度変化のある環境下では誘電体多層膜にマイクロクラックが発生したり、さらには誘電体多層膜が基材から剥離を起こすなど、誘電体多層膜と基材の密着性の点で問題があった。

【0005】また、光学部品の内、光学膜として金属膜を有する光学部品の場合にも、同様に反射層と基材の密着性の問題がある。

【0006】誘電体多層膜においては、シリコン系樹脂によるアンダーコート処理を行ったり、基材上の第一層（基材と接する層）の材料を $SiO$ 、 $SiO_2$ 、 $CeO_2$ 、 $Ta_2O_5$ 等を使用することにより、これらの問題が改善されることが知られている（特開平1-2807

01号公報、特開昭50-35211号公報、特開昭63-5723号公報、特開昭63-81402号公報、特開昭63-81403号公報、特開昭63-81404号公報等）。

【0007】近時、熱可塑性ノルボルネン系樹脂が耐湿性、耐水性、耐熱性などに優れた光学材料として注目されている。しかし、熱可塑性ノルボルネン系樹脂成形品においては、従来用いられているシリコン系樹脂によるアンダーコート処理をしてもアンダーコートが剥離しやすく、さらに非球面レンズ等の精密成形した光学部品ではアンダーコートにより形状が変化してしまうという問題があった。また、熱可塑性ノルボルネン系樹脂成形品に $SiO$ 、 $SiO_2$ 、 $CeO_2$ を真空蒸着させても密着性が不十分であり、温度変化のある環境下で使用すると積層した光学膜にマイクロクラックが生じたりするという問題があった。その結果、熱可塑性ノルボルネン系樹脂から成る基材上に光学膜を密着性よく形成した光学部品を得ることは困難であった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明者らは、熱可塑性飽和ノルボルネン系樹脂成形品を基材として密着性よく光学膜を積層した光学部品を開発すべく鋭意研究の結果、 $Ta_2O_5$ を主成分とする層を基材上に形成することにより、基材と光学膜の密着性に優れた光学部品が得られることを見だし、本発明を完成させた。

【0009】

【課題を解決するための手段】かくして本発明によると、熱可塑性ノルボルネン系樹脂から成る基材表面上に $Ta_2O_5$ を主成分とする層を有する光学部材、該光学部材に光学膜を積層して成る光学部品が提供される。

【0010】（熱可塑性ノルボルネン系樹脂）本発明で用いる熱可塑性ノルボルネン系樹脂は、特開平3-14882号や特開平3-122137号、特開平4-63807号などで公知の樹脂であり、具体的には、ノルボルネン系単量体の開環重合体、その水素添加物、ノルボルネン系単量体の付加型重合体、ノルボルネン系単量体とオレフィンの付加型重合体、これらの重合体の変性物などが挙げられる。

【0011】ノルボルネン系単量体も、上記公報や特開平2-227424号、特開平2-276842号などで公知の単量体であって、例えば、ノルボルネン、そのアルキル、アルキリデン、芳香族置換誘導体およびこれら置換または非置換のオレフィンのハロゲン、水酸基、エステル基、アルコキシ基、シアノ基、アミド基、イミド基、シリル基等の極性基置換体、例えば、2-ノルボルネン、5-メチル-2-ノルボルネン、5, 5-ジメチル-2-ノルボルネン、5-エチル-2-ノルボルネン、5-ブチル-2-ノルボルネン、5-エチリデン-2-ノルボルネン、5-メトキシカルボニル-2-ノルボルネン、5-シアノ-2-ノルボルネン、5-メチル

ー5ーメトキシカルボニルー2ーノルボルネン、5ーフェニルー2ーノルボルネン、5ーフェニルー5ーメチルー2ーノルボルネン等； シクロペンタジエンの多量体、その上記と同様の誘導体や置換体、例えば、ジシクロペンタジエン、2, 3ージヒドロジシクロペンタジエン、1, 4: 5, 8ージメタノー1, 2, 3, 4, 4a, 5, 8, 8aー2, 3ーシクロペンタジエノナフタレン、6ーメチルー1, 4: 5, 8ージメタノー1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8aーオクタヒドロナフタレン、6ーエチルー1, 4: 5, 8ージメタノー1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8aーオクタヒドロナフタレン、1, 4: 5, 10: 6, 9ートリメタノー1, 2, 3, 4, 4a, 5, 5a, 6, 9, 9a, 10, 10aーデカヒドロー2, 3ーシクロペンタジエノアントラセン等； シクロペンタジエンとテトラヒドロインデン等との付加物、その上記と同様の誘導体や置換体、例えば、1, 4ーメタノー1, 4, 4a, 4b, 5, 8, 8a, 9aーオクタヒドロフルオレン、5, 8ーメタノー1, 2, 3, 4, 4a, 5, 8, 8aーオクタヒドロー2, 3ーシクロペンタジエノナフタレン等； 等が挙げられる。

【0012】ノルボルネン系単量体の重合は公知の方法でよく、必要に応じて、他の共重合可能な単量体と共重合したり、水素添加することにより熱可塑性飽和ノルボルネン系樹脂である熱可塑性ノルボルネン系重合体水素添加物とすることができる。また、重合体や重合体水素添加物を特開平3-95235号などで公知の方法により、 $\alpha$ 、 $\beta$ ー不飽和カルボン酸および／またはその誘導体、スチレン系炭化水素、オレフィン系不飽和結合および加水分解可能な基を持つ有機ケイ素化合物、不飽和エポキシ単量体を用いて変性させてもよい。なお、耐湿性、耐薬品性に優れたものを得るためには、極性基を含有しない熱可塑性ノルボルネン系樹脂が好ましい。

【0013】分子量はシクロヘキサンを溶媒とするGPC（ゲル・パーミエーション・クロマトグラフィー）分析により測定した数平均分子量で1~20万が適当である。また、水素添加する場合、耐光劣化性や耐候劣化性を向上させるために、水素添加率は90%以上、好ましくは95%以上、より好ましくは99%以上である。

【0014】本発明で用いる熱可塑性飽和ノルボルネン系樹脂には、所望により、フェノール系やリン系などの老化防止剤； フェノール系などの熱劣化防止剤； ベンゾフェノン系などの紫外線安定剤； アミン系などの帯電防止剤； 脂肪族アルコールのエステル、多価アルコールの部分エステル及び部分エーテルなどの滑剤； などの各種添加剤を添加してもよい。また、本発明の目的を損なわない範囲で、他の樹脂などを混合して用いることもできる。

【0015】（成形品） $Ta_2O_5$ を主成分とする層を積層して本発明の光学部材とする基材は、熱可塑性ノルボ

ルネン系樹脂の成形品であり、それ自体、レンズ、プリズム等の光学部品として使用できるものや、液晶基板、各種フィルター、鏡、光学ディスク等の光学部品の基板となるものである。熱可塑性ノルボルネン系樹脂を成形する方法は、特に限定されない。射出成形、溶融押し出し、熱プレス、溶剤キャスト、インフレーション等の熱可塑性樹脂の一般の成形方法を用いることができる。

【0016】（光学部材の製造方法）本発明においては、熱可塑性ノルボルネン系樹脂成形品である基材上に、 $Ta_2O_5$ を主成分とする層を形成して光学部材を製造する。形成する方法は、真空蒸着法、反射蒸着法、イオンプレーティング法、スパッタリング法、イオンビームアシステッド法等が用いられ、一般に真空蒸着法が用いられる。蒸着の条件は蒸着時の基材温度以外は特に限定されない。蒸着時の基材温度は、使用する熱可塑性ノルボルネン系樹脂の熱変形温度以下であることが必要であり、一般に120℃以下、好ましくは80℃以下、さらにより好ましくは60℃以下である。

【0017】また、基材上に $Ta_2O_5$ を主成分とする層を形成する場合に、表面に付着している汚れや塵を除去するために前処理として洗浄することが好ましい。基材の洗浄方法は、公知の方法がよく、例えば、界面活性剤を使用した水系洗浄を行い、純水での濯ぎ、温純水での引き上げ、最後に温風乾燥する方法、イソプロピルアルコール、フロン113、有機珪素化合物等の有機化合物での水切り後、最後にフロン113またはポリフルオロカーボン等の溶剤での蒸気乾燥する方法がある。また、蒸着前の基材の前処理として、イオンビームを利用して活性ガスイオン、あるいは不活性ガスイオンでスパッタクリーニングを行うことが好ましい。これらの前処理により、 $Ta_2O_5$ を主成分とする層と基材の密着性は向上する。

【0018】形成される層は $Ta_2O_5$ を50重量%以上、好ましくは70重量%以上、より好ましくは90重量%以上、特に好ましくは95重量%以上含有する。含有量が低いと密着性が低下する。光学部材の目的によっては、 $Ta_2O_5$ を主成分とする層は透明であることが必要であり、そのためからも、 $Ta_2O_5$ 以外の成分の含量は低いことが好ましい。また、 $Ta_2O_5$ 以外の成分としては、 $ZrO_2$ 、 $CeO_2$ 、 $Y_2O_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Ti_3O_5$ 、 $SiO$ 、 $Nb_2O_5$ 等が好ましい。また、後述の製造法に由来する着色防止の理由により、 $Zr_2O_5$ が特に好ましい。

【0019】真空蒸着法においては、 $Ta_2O_5$ を含有する蒸発源を電子銃や抵抗加熱等で蒸発させて、基材表面に蒸着させる。蒸着の諸条件は、特に限定されず、一般の蒸着の際に用いられる方法でよい。ただし、 $Ta_2O_5$ のみを蒸発源として電子銃や抵抗加熱等で蒸発させた場合には、蒸発した $Ta_2O_5$ 中に酸素原子が不足したものも生じる場合があり、そのため、蒸着により形成された

10

20

30

40

50

層は着色し、光を吸収することがある。前述のようにこの層が透明であることが必要な場合は、着色したものは用いることができない。このような不良品の発生は、蒸発時に酸素を付加して $2 \times 10^{-5} \sim 5 \times 10^{-3}$  Torr 程度の圧力で蒸着させることにより、ある程度低下することもできる。

【0020】さらに好ましくは、蒸発源として、 $ZrO_2$  含量が3~50重量%、より好ましくは10~40重量%、特に好ましくは20~35重量%の $Ta_2O_5$ と $ZrO_2$ の混合物を用いると、蒸着膜が着色することがなく、透明なものが安定して得られる。なお、この際、蒸着膜中の $ZrO_2$ の含量は蒸発源中の含量より大きく低下し、 $Zr$ 含量も極微量であり、通常 $Ta_2O_5$ 含量が90重量%以上、好ましくは95重量%以上のものを容易に得ることができる。

【0021】(光学部材)本発明の光学部材は、熱可塑性ノルボルネン系樹脂成形品である基材上に $Ta_2O_5$ を主成分とする層が形成されている。この層の厚さは、この層を多層膜の一部として使用するかどうかによっても異なるが、一般には、400~1000nmの波長の光線を対象とする光学部品に用いる場合、1nm~600nm程度、好ましくは2nm~500nm程度である。薄すぎると $Ta_2O_5$ を主成分とする層に積層される層と基板との密着性に劣り、厚すぎると、光学膜の光学特性を調整することが困難である。

【0022】(光学部品)本発明の光学部品は、本発明の光学部材に光学膜を積層して成り、具体的には、反射防止多層膜を形成して成るレンズ、光ディスク基板、位相差板、回折格子板等；半透明多層膜を形成して成るビームスプリッター等；単色フィルター多層膜を積層して成る単色フィルター等；帯域フィルター多層膜を積層して成る帯域フィルター等；多層反射膜を形成して成る光ディスク基板等；金属反射膜を形成して成る自動車用ルームミラー、光ディスク基板、ポリゴンミラー等；金属反透明膜を形成して成るハーフミラー等；等が例示される。

【0023】(誘電体多層膜)本発明の光学部品で形成される誘電体多層膜としては、反射防止多層膜、半透明多層膜、単色フィルター多層膜、帯域フィルター多層膜、反射多層膜などがある。

【0024】反射防止多層膜の構成は、基板側の第1層として、高屈折率誘電体層である光学部材の $Ta_2O_5$ を主成分とする層を用いる以外は、特開昭63-81402号公報、特開昭63-81403号公報、特開昭63-81404号公報、特開平1-273001号公報、特開平4-137234号公報等で公知の反射防止多層膜と同じである。反射防止多層膜はVコート膜(特定波長反射防止膜)、マルチコート膜(広帯域反射防止膜)でもよい。2層構造のもの、3層構造のもの、4層構造のものでもよい。また、光学部材の $Ta_2O_5$ を主成分と

する層の厚みを薄くすることにより、実質的に反射多層膜の一部として機能させずに、その層の上に形成する他の層を反射防止多層膜の第1層として機能させることもできる。

【0025】半透明多層膜は「光・薄膜技術マニュアル 増補改訂版」(オプトロニクス社、編集部編、平成4年8月発行、第298~301頁)、「光学薄膜」

(H. A. Macleod 著、日刊工業新聞社、1989年11月発行、原題『THINFILM OPTICAL FILTERS』、第176~180頁)等で公知のものであり、特定波長の光線を一部を透過し、一部を反射する。その構成は、目的波長、目的波長での透過率、反射率等の設計に応じて各層に用いる誘電体、各層の厚さなどが決まる。半透明多層膜は、本発明の光学部材上に第1層を積層して形成しても、光学部材上の $Ta_2O_5$ を主成分とする層を第1層として形成してもよい。

【0026】多層反射膜は、特開平3-12835号等で公知のものであり、目的波長付近の光線のみを反射し、その他の光線を透過する。多層反射膜は目的波長の1/4の厚さで、高屈折率誘電体層と低屈折率誘電体層を交互に積層して構成される。多層反射膜も本発明の光学部材上に第1層を積層して形成しても、光学部材上の $Ta_2O_5$ を主成分とする層を第1層として形成してもよい。

【0027】単色フィルター多層膜、帯域フィルターは「光・薄膜技術マニュアル」(前述、第284~289頁)、「光学薄膜」(藤原史郎編、共立出版、1985年2月発行、第110~123頁)等で公知のものであり、単色フィルター多層膜は特定波長付近の光線のみを透過し、帯域フィルターは特定領域の光線を透過する。これらのフィルター多層膜の構成も公知のものであり、本発明の光学部材上に第1層を積層して形成しても、光学部材上の $Ta_2O_5$ を主成分とする層を第1層として形成してもよい。

【0028】誘電体多層膜を形成するには、光学部材の $Ta_2O_5$ を主成分とする層の上に、誘電体から成る各層を順番に積層する。積層する方法としては、一般に、真空蒸着法、イオンプレーティング法、スパッタリング法等の方法が適用できる。また、各層の厚さは、反射防止の目的の光線の波長、用いる材料の屈折率などに応じて決定する。

【0029】通常、誘電多層膜の形成に多く使用される真空蒸着法は、油回転ポンプ、油拡散ポンプあるいはクライオポンプ等を使用して真空チャンバー内を $10^{-6} \sim 10^{-4}$  Torr 程度まで真空排気した後、必要に応じて酸素ガスを $2 \times 10^{-5} \sim 5 \times 10^{-3}$  Torr 程度真空チャンバー内に導入して酸素雰囲気中で蒸着を実施する。

【0030】蒸着方法は電子ビーム加熱法、抵抗加熱法のいずれの方法も採用することができる。蒸着時の温度は、基材の熱変形温度以下であることが必要で、120

℃以下、好ましくは80℃以下、さらにより好ましくは60℃以下である。

【0031】例えば、反射防止多層膜の場合、第1層目以外に使用する高屈折率の蒸着材料である誘電体としては、 $ZrO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $Ti_3O_5$ 、 $SiO$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $Y_2O_3$ 、 $PrO_2$ 、 $ZnS$ 、 $Nb_2O_5$ 等、あるいはこれらの蒸着材料から選ばれる混合物も使用される。中間屈折率物質である誘電体としては $Al_2O_3$ 、 $CeF_3$ 等が使用でき、低屈折率物質である誘電体としては $MgF_2$ 、 $Al_2O_3$ 等が使用できる。

【0032】(金属膜)本発明の光学部品で形成される金属膜は、金、白金、銀、銅、アルミニウム、ロジウム、クロム、等の全光線反射性の金属反射膜や、その厚さを調節することにより得られる半透明膜等である。これらは、「光学薄膜」(前述の日刊工業新聞社刊のもの、第159~172頁)、「光学薄膜ユーザーズ・ハンドブック」(J. D. Rancourt 著、日刊工業新聞社、1991年10月刊、原題『OPTICAL THIN FILMS USERS' HANDBOOK』、第111~118頁)などで公知のものである。

【0033】これらの金属反射膜の形成方法も特に限定されず、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法等をはじめ、公知の方法が用いられる。また、この金属表面に保護膜を設けて、金属膜を傷つきにくくしてもよい。

【0034】なお、反射膜を形成した光学部品においては、光学部品の表面で光線を反射し、基材を光線が通過する必要がない場合がある。そのような場合は、前述のように $Ta_2O_5$ を主成分とする層が着色した光学部材であっても、反射膜を有する本発明の光学部品の材料として使用することができる。その場合、金属膜上に増反射膜を形成することもできる。

【0035】

【実施例】以下に、参考例、実施例、比較例をあげて、本発明を具体的に説明する。なお、反射率、透過率は分光光度計(U-4000型、日立製)を用いて、光学膜側から光を当てて測定し、測定した光線の波長は特に記載がない限り550nmである。膜密着性は基材成形品に形成された多層膜の上からカッターにより1mm間隔で縦横互いに直角に交わる各11本の切れ目を入れ、1mm四方の碁盤目を100個作り、セロハン粘着テープ(積水化学製)を貼り、粘着テープを表面に対して垂直芳香に引っ張ってはがし、100目中の剥離しなかった目の数で表した。高温試験は得られた光学部品を80℃のオープン中に96時間放置した後、室温に戻して積層した膜の状態を目視観察し、ヒートサイクル試験は、得られた光学部品を-30℃30分、80℃30分、昇温、降温は1定速度で各30分の1サイクル2時間のヒートサイクル試験を24サイクル(2日間)実施後の積層された膜のマイクロクラックの発生の有無を光学顕微

鏡で観察した。

【0036】参考例1

熱可塑性ノルボルネン系樹脂(ZEONEX 280、日本ゼオン製、分子量約28,000、ガラス転移温度140℃、水素添加率99.7%以上)を樹脂温度300℃、金型温度100℃で射出成形して、厚さ2mm、50mm四方の平板を作製した。この平板を、アルカリ性洗剤(SE-10、ソニックフェロー社製)3%水溶液中で、1200W、26kHzの超音波洗浄を60秒行い、純水中で600W、26kHzの超音波洗浄により60秒間すすぎ、再度アルカリ性洗剤(SE-10)3%水溶液中で、1200W、26kHzの超音波洗浄を60秒行った後、純水中で600W、26kHzの超音波洗浄による60秒間のすすぎを4回繰り返した後、2回純水中に漬けてすすぎ、さらに温純水中に漬けてすすいだ後、温風で乾燥させた。

【0037】実施例1

参考例1で得た平板に、蒸着材料として $Ta_2O_5$ 75重量%、 $ZrO_2$ 25重量%から成る混合物を使用し、酸素ガスを導入してチャンバー内の圧力 $6 \times 10^{-5}$ Torrにし、真空蒸着法により蒸着膜を形成して本発明の光学部材を得た。蒸着膜の屈折率は2.04、厚さは約27.5nm、すなわち、波長550nm(以下、 $\lambda_0$ とする)の光線に対する光学的膜厚は約0.10 $\lambda_0$ であった。この蒸着膜をX線マイクロアナライザーにより分析した(分析精度約1%)が、 $ZrO_5$ は検出できなかった。

【0038】この光学部材の $Ta_2O_5$ 上に、第2層として、屈折率1.46、光学的膜厚0.08 $\lambda_0$ の $SiO_2$ の層を蒸着により形成し、第3層として、屈折率2.04、光学的膜厚0.20 $\lambda_0$ の $Ta_2O_5$ の層を蒸着により形成し、第4層として、屈折率2.04、光学的膜厚0.25 $\lambda_0$ の $SiO_2$ の層を蒸着により形成して、4層から成る反射防止膜を有する本発明の光学部品を得た。

【0039】反射率は0.5%、膜密着性は99/100、高温試験で異常は認められず、ヒートサイクル試験でもマイクロクラックの発生は認められなかった。

【0040】比較例1

第1層目の材料として $TiO_2$ (蒸着後の屈折率2.06)を用いる以外は実施例1と同様にして反射防止膜を有する光学部品を得た。反射率は0.4%、膜密着性は14/100、高温試験では一部が剥離し、ヒートサイクル試験でもマイクロクラックの発生が認められた。

【0041】実施例2

$Ta_2O_5$ の層の光学的膜厚が0.05 $\lambda_0$ になるようにする以外は、実施例1と同様にして、本発明の光学部材を得た。この $Ta_2O_5$ の層の上にアルミニウムを100nmの厚さに蒸着し、さらに、その上に $CeF_3$ (蒸着後の屈折率1.56)を光学的膜厚が0.25 $\lambda_0$ になるように蒸着し、金属反射膜を有する本発明の光学部品

を得た。反射率は95.9%、膜密着性は98/100であった。

#### 【0042】比較例2

Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の代わりにCeO<sub>2</sub>（蒸着後の屈折率1.95）を用いる以外は実施例1と同様にして反射防止膜を有する光学部品を得た。反射率は95.8%、膜密着性は8/100であった。

#### 【0043】実施例3

実施例1で得た光学部材のTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>上に、第2層として、屈折率1.45、光学的膜厚0.29λ<sub>0</sub>のSiO<sub>2</sub>の層を蒸着により形成し、第3層として、屈折率1.95、光学的膜厚0.225λ<sub>0</sub>のCeO<sub>2</sub>の層を蒸着により形成し、第4層として、光学的膜厚0.25λ<sub>0</sub>のSiO<sub>2</sub>の層を蒸着により形成して、第5層として、光学的膜厚0.158λ<sub>0</sub>のCeO<sub>2</sub>の層を蒸着により形成して、第6層として、光学的膜厚0.25λ<sub>0</sub>のSiO<sub>2</sub>の層を蒸着により形成して、6層からなる半透明多層膜を有する本発明の光学部品を得た。

【0044】反射率は26%、透過性は74%、膜密着性は95/100であった。

#### 【0045】比較例3

第1層目の材料としてCeO<sub>2</sub>（蒸着後の屈折率1.95）を用いる以外は実施例1と同様にして反射防止膜を有する光学部品を得た。反射率は28%、透過率72%、膜密着性は8/100であった。

#### 【0046】実施例 4

Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の層の光学的膜厚が0.125λ<sub>0</sub>になるよう

にする以外は、実施例1と同様にして、本発明の光学部材を得た。このTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の層の上に実施例1で得た光学部材のTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>上に、第2層として、屈折率1.45、光学的膜厚0.29λ<sub>0</sub>のSiO<sub>2</sub>の層を蒸着により形成し、第3層として、屈折率1.95、光学的膜厚0.25λ<sub>0</sub>のCeO<sub>2</sub>の層を蒸着により形成し、第4層として、光学的膜厚0.25λ<sub>0</sub>のSiO<sub>2</sub>の層を蒸着により形成して、第5層として、光学的膜厚0.25λ<sub>0</sub>のCeO<sub>2</sub>の層を蒸着により形成して、第6層として、光学的膜厚0.25λ<sub>0</sub>のSiO<sub>2</sub>の層を蒸着により形成して、第7層として、光学的膜厚0.25λ<sub>0</sub>のCeO<sub>2</sub>の層を蒸着により形成して、7層からなる帯域フィルタ多層膜を有する本発明の光学部品を得た。

【0047】550nmの透過率は39%、650nmの透過率は95%、膜密着性は93/100であった。

#### 【0048】比較例4

第1層目の材料としてCeO<sub>2</sub>（蒸着後の屈折率1.95）を用いる以外は実施例1と同様にして反射防止膜を有する光学部品を得た。550nmの透過率は41%、650nmの透過率は94%、膜密着性は7/100であった。

#### 【0049】

【発明の効果】本発明の光学部材を用いて製造された光学膜を有する光学部品は、熱可塑性ノルボルネン系樹脂から成る成形品基材と光学膜との密着性に優れ、光学膜が剥離し難く、温度変化のある環境下での使用などにおいても、マイクロクラック等が発生しにくい。